

APLICAÇÃO DA TERMOGRAFIA NA DETECÇÃO DE PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

APPLICATION OF THERMOGRAPHY IN THE DETECTION OF PATHOLOGIES IN HISTORICAL BUILDINGS

Danieli Faccin Bernardi¹
Caryl Eduardo Jovanovich Lopes²

RESUMO

Preservar a arquitetura histórica brasileira ainda constitui um assunto complexo e amplo, cujas barreiras vêm sendo rompidas à medida que a sociedade é educada para compreender o significado e a memória associados a tais monumentos. Surge assim a necessidade de prolongar a vida útil das construções antigas, e neste contexto estudos acadêmicos aliados ao uso de tecnologias podem oferecer análises estruturais e patológicas precisas e completas. A falta de manutenção das edificações históricas é responsável pela degradação das mesmas. Processos patológicos como lesões físicas podem ocasionar umidade, uma das patologias mais recorrentes, porém nem sempre visível. Neste sentido, a termografia infravermelha constitui-se de um ensaio não-destrutivo, proporcionando o levantamento de eventos patológicos não visíveis através de sinais elétricos que captam a mudança de temperatura de um corpo por intermédio de imagens térmicas, a heterogeneidade obtida determina causas e consequências. A termografia não implica em contato físico e é realizado em tempo real, entretanto ainda se faz pouco presente em estudos de restauração e afins devido ao custo do equipamento e a falta de profissionais capazes de analisar os resultados obtidos. Este trabalho tem um intuito de elucidar métodos de verificação desta tecnologia aplicada ao levantamento de danos em edificações históricas.

Palavras-chave: Edificações Históricas. Patologia. Termografia.

ABSTRACT

Preserving brazilian historical architecture is still a complex and broad subject, whose barriers have been broken as society is educated to understand the meaning and memory associated with such monuments. Thus, the need to extend the useful life of the old constructions arises, and in this context academic studies allied to the use of technologies can offer precise and complete structural and pathological analyzes. The lack of maintenance of historical buildings is

1 Universidade Federal de Santa Maria-RS. Centro de Tecnologia. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo: Rua Franklin Bittencourt Filho, nº 160, apto 201, Bairro Camobi, Santa Maria-RS, CEP:97.105-150. E-mail: danielifaccin@hotmail.com

2 Universidade Federal de Santa Maria-RS. Centro de Tecnologia. Docente no Curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo e no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo: Av. Roraima, Prédio 30, Sala 214, Bairro Camobi, Santa Maria-RS, CEP: 97.105-900. E-mail:arqcaryl@gmail.com

responsible for their degradation. Pathological processes like physical injuries can cause humidity, one of the most recurrent pathologies, but not always visible. In this sense, infrared thermography consists of a non-destructive test, providing the survey of pathological events not visible through electrical signals that capture the temperature change of a body through the thermal image, the obtained heterogeneity can determine causes and consequences. The thermography does not imply physical contact and is performed in real time, however it is still little present in restoration and related studies due to the cost of the equipment and the lack of professionals able to analyze the results obtained. This work has the purpose of elucidating methods of verification of this technology applied to the survey of damages in historical buildings.

Keywords: Historical Buildings. Pathology. Thermography.

INTRODUÇÃO

Edificações históricas constituem a marca, a memória e a identidade cultural de um grupo ou uma sociedade, é através da memória que as pessoas se identificam entre si e com sua própria cultura (BATISTA, 2005, p. 29), promovendo a sensação de pertencimento a um local. Relacionar a história contada aos elementos palpáveis que remetem a ela, neste caso, o patrimônio material, faz-se fundamental para compreender o significado e a relevância desta palavra como base para justificar o dilema ainda recorrente e pouco abordado no Brasil, sobre o porquê preservar uma edificação, muitas vezes com alto nível de degradação, quando poder-se-ia simplesmente construir outra em seu lugar.

A palavra patrimônio se adaptou as mais diferentes significações³ que lhe foram aplicadas ao longo do tempo, Choay (2000, p. 11) define o patrimônio histórico como um fundo destinado ao usufruto da sociedade, constituído pela acumulação contínua de uma diversidade de objetos que unem seu pertencimento ao passado, como “obras e obras-primas das belas-artes e das artes aplicadas, trabalhos e produtos de todos os saberes e conhecimentos humanos”. A autora ainda discorre sobre um ponto chave deste tema ao dizer que “o patrimônio histórico e os comportamentos que lhes estão associados encontram-se presos em estratos de significação cujas ambiguidades e contradições articulam e desarticulam dois mundos e duas visões do mundo” (CHOAY, 2000, p. 11), e esta percepção ainda se faz perceptível na maneira como o assunto é tratado, nas dificuldades empregadas para a salvaguarda destes bens ou nas mais diversas questões que envolvem a conservação de tais obras.

3 O livro *A Alegoria do Patrimônio*, de Françoise Choay, traz mais profundamente quais são as significações do conceito de Patrimônio Histórico ao longo do tempo e o que é o surgimento da “Arquitetura Menor” e como ela introduz ao que é entendido atualmente sobre o que são bens históricos.

O reconhecimento do patrimônio é um crescente, devido à valorização econômica dos sítios onde estes bens se encontram através da especulação imobiliária, a exploração em prol do desenvolvimento turístico e do florescimento da conscientização popular e governamental no tocante ao assunto, entretanto como Choay (2000, p. 11) enfatiza “o culto prestado hoje em dia ao patrimônio histórico exige [...] um questionário, uma vez que ele é o revelador, negligenciado e, contudo, incontestável, de um estado da sociedade e das questões que nela existem”.

De acordo com Gioeni⁴ (2006), Bardeschi defende que é preciso “Saber conservar para inovar”, e entende a existência dos dois lados, a conservação como sendo o respeito pela existência da edificação, enquanto inovação é o reconhecimento da autonomia do projeto do que é novo, ambos conceitos reiteram permanência e mutação, se opondo na relação com a realidade comum, porém essenciais para manutenção do equilíbrio. Gioeni ainda retrata que a arquitetura como um artefato, onde não se consideram apenas valores teóricos, estéticos e contemplativos, mas seu senso de funcionalidade, deste ponto de vista, a preservação só pode implicar na reutilização pois como cita a autora, sem uso não se pode esperar que o patrimônio seja preservado. Assim, a compreensão gerada ao longo dos séculos sobre este conceito traz uma abordagem contemporânea do patrimônio, sintetizando que o mesmo deixou de se ater apenas as qualidades estéticas do bem em si, ampliando-se ao cotidiano da vida, no exercício da cultura e no desenvolvimento socioeconômico das comunidades (CORTIZO, 2007, p. 27).

Considerável parcela das edificações históricas encontra-se degradada em virtude da ação do tempo, de agentes atmosféricos e climáticos, da ação humana e de outros agentes de caráter natural e variável. É sabido que processos de restauração são mais onerosos, necessitam de mão-de-obra qualificada e envolvem materiais e técnicas que não pertencem mais a atualidade, destarte o diagnóstico do estado de conservação é sempre o primeiro passo antes de intervir em edificações históricas, constitui-se uma análise minuciosa e complexa que envolve diversas causas e consequências para os processos patológicos existentes. As possibilidade de métodos de diagnóstico nestes casos são inúmeros, mas podem ser divididos em análises destrutivas e não-destrutivas, no entanto quando se trata de edificações históricas, alguns autores defendem que estes ensaios devem ser de

4 Laura Gioeni é autora da revisão do livro de Marco Dezzi Bardeschi *“Teoria e Pratica della conservazione dell’architettura”*, apresentado no Seminario Nazionale Monumenti e ambienti restauratori del secondo novecento. Devido à falta de acesso ao livro, utilizou-se a revisão encontrada pois o conteúdo é de grande relevância.

natureza não-destrutiva a fim de não causar danos adicionais são bem (DORREGO, J. et al., 2003, p. 1). O mercado da construção civil investe constantemente em tecnologia, dispondo de equipamentos que possibilitam estudos aprofundados e com respostas quase instantâneas, como é o caso da termografia infravermelha que permite visualizar elementos construtivos, patologias e materiais invisíveis a olho nu.

Após abordar o que o patrimônio histórico significa - salientando que este assunto deve ser lembrado e reescrito porque ainda se sabe e se discute tão pouco sobre o tema -, o artigo traz como foco analisar a imprescindibilidade da aplicação da termografia infravermelha na análise patológica em edificações históricas, uma análise teórica e fundamental para a disseminação desta técnica já tão difundida na Europa e que vem sendo lentamente trabalhada e tratada no Brasil.

1 Conceito e aplicabilidade da termografia infravermelha em edificações históricas

A termografia nada mais é que a percepção da temperatura superficial de um corpo através da emissão de radiação térmica, em corpos com temperatura acima de Zero Absoluto, ou seja $-273,15^{\circ}\text{C}$ (CORTIZO, 2007, p. 36). Mediante o uso de termo visores, responsáveis por coletar e medir a intensidade da radiação nas superfícies dos objetos, é possível analisar as diferentes temperaturas em uma fachada, por exemplo, permitindo ver possíveis patologias, tubulações ou mesmo distinguir a alvenaria de um elemento estrutural (BARREIRA; DE FREITAS, 2007).

1.1 Definição de termografia infravermelha

A história da termografia infravermelha iniciou a mais de 200 anos, quando William Herschel (1800) descobriu a radiação infravermelha, mais tarde seu filho John Herschel (1840) fez as primeiras imagens utilizando o sistema infravermelho por meio da técnica evaporográfica, seguido por Henry Becquerel (1843) que verificou a capacidade de certas substâncias expostas a radiação infravermelha de emitir luminescência, possibilitando produzir emulsões fotográficas, além de explorar a sensibilidade a radiação destas substâncias. (WILD, 2007; HOLST, 2000; VERATTI, 1992). Muitos outros nomes surgiram ao longo destas duas décadas, aperfeiçoando as descobertas feitas por seus antecessores, como Thomas Johann Seebeck (1821), Samuel Langley (1880), Case (1917), e Czerny (1929) que desenvolveu o primeiro termógrafo usado como sistema de visão noturna, para fins de uso na Segunda Guerra Mundial, aplicado em tanques de guerra alemães

na invasão a Rússia (WILD, 2007; VERATTI, 1992), ainda conforme Veratti (1992), em resposta ao termógrafo desenvolvido pelos alemães, os Estados Unidos desenvolveram o sistema FLIR (*Forward Looking Infra Red*), aprimorado constantemente durante décadas, com foco em armamentos militares. Em 1946, o escâner de infravermelho desenvolvido pelos Estados Unidos levava horas para gerar um termograma, entretanto no início de 1990 o sistema de termografia infravermelha já permitia gerar várias imagens térmicas em apenas um segundo através do sistema CCD (*Charge Coupled Device*) (VERATTI, 2007).

O sistema de termografia infravermelha se expandiu, e atualmente sua aplicação se dá em todas as áreas que estudam e analisam processos que levam a mudança de temperatura, seja na medicina, na inspeção de equipamento elétricos e eletrônicos, na indústria, mecânica, na construção civil e tantas outras áreas. Tratando da construção civil, tema de discussão deste artigo, a termografia permite a visualização do que o olho humano não pode ver, pois a lente infravermelha do equipamento converte a radiação refletiva na superfície de um elemento, como uma parede, em sinais elétricos que são transformados em pixels, gerando a imagem instantaneamente (WILD, 2007). Conforme Veratti (1992), o infravermelho distingue um objeto ou elemento contra um plano se houver contraste suficiente entre ambos, este contraste é a diferença de intensidade de radiação, e esta capacidade de percepção é denominada de Resolução Óptica do sistema, assim para garantir que a imagem possua a qualidade adequada é preciso haver contraste térmico, sensibilidade e boa resolução térmica.

Os autores Spodek e Rosina (2009), bem como Bauer e Pávon (2015) afirmam que devido a termografia infravermelha se basear no princípio de radiação de calor de uma superfície, quando ocorre uma perturbação no fluxo desse calor, com aparecimento de regiões localizadas onde as temperaturas se mostram diferentes e sem nenhuma alteração visível externamente nesta superfície, pode-se mapear as anomalias internas. Esta técnica permite a visualização nos mais diferentes materiais da construção civil em uma profundidade de aproximadamente 10 cm (MAIERHOFER; RÖLLING; KRANKENHAGEN, 2010). O resultado da medição de temperatura é o termograma (imagem), porém é preciso conhecer os diversos parâmetros específicos do equipamento para se obter uma análise concisa dos dados, bem como saber avaliar o que cada heterogeneidade apontada significa (BAUER; PÁVON, 2015).

A aplicação deste sistema não-destrutivo de imageamento termal pode ser através da técnica passiva, quando os materiais ou as superfícies já contêm energia térmica ou são estimulados por uma fonte natural (ener-

gia solar), ou a técnica ativa quando envolve o aquecimento do material com intuito de causar o fluxo térmico e gerar a perturbação necessária para detecção das possíveis anomalias (MALDAGUE, 2001 *apud* CORTIZO, 2007, p. 36).

1.2 Termografia infravermelha aplicada a edificações históricas

Eduardo C. Cortizo se configura com um dos primeiros autores brasileiros a tratar sobre a utilização da termografia infravermelha em análises de edificações patrimoniais, e ele fala que quando a identificação patológica é realizada por meio da visibilidade destas manifestações, tal técnica implica em submeter a edificação a uma variável de extrema importância, ou seja, o tempo, concomitantemente Cortizo (2007, p. 29) ressalta que há a necessidade básica de minimizar estes processos patológicos, impedindo o surgimento dos mesmos no sistema construtivo, de modo que o diagnóstico preventivo das manifestações permita que a edificação intervenha com antecedência e não evolua para um alto nível de degradação e comprometimento da sua vida útil.

As patologias presentes nas obras históricas apresentam similaridade nas consequências, porém, as causas são algumas vezes oriundas de uma série de fatores específicos, devido as singularidades presentes em cada edificação. Como consequências das manifestações patológicas incidentes em uma construção histórica, podem surgir aparecimento de manchas superficiais causadas por umidade, umidade por capilaridade biodegradação, fissuras, fungos e mofo, trincas e fissuras ou destacamento de revestimentos, contudo a causa pode ser uma ação direta e primária, indireta e secundária, ou um conjunto de solicitações atuando conjuntamente ou não (CORTIZO, 2007, p. 28; MORESCO et al, 2015).

À vista da importância de preservar o patrimônio edificado, valendo-se da tecnologia, muitas questões devem ser consideradas, uma delas é entender que as edificações antigas possuem estrutura heterogênea, através do emprego de materiais que divergem dos utilizados atualmente (tijolo, pedra, argamassa, gesso, madeira, metal, etc.) com propriedades comportamentais distintas (MAIERHOFER; RÖLLING; KRANKENHAGEN, 2010), bem como a quase constante inexistência de projetos arquitetônicos e complementares que indiquem onde as ligações de água, esgoto ou luz se encontram dentro da estrutura e os elementos construtivos empregados. Um exemplo recorrente se relaciona à análise das propriedades térmicas dos materiais utilizados na construção histórica, onde pela ação de agentes atmosféricos e climáticos aliados à falta de manutenção da edificação podem criar uma cadeia de acontecimentos que levam ao surgimento de doenças

na edificação, como a dilatação e contração da argamassa de revestimento externo de uma fachada devido a exposição à insolação e ao frio pode gerar o surgimento de microfissuras no revestimento, aliado à falta de manutenção regular da fachada (pintura) e à ação de chuva com incidência de vento, pode levar a umidade a incidir diretamente na fissura, transferindo-a para o interior da estrutura da fachada, podendo ocasionar ao longo da vida útil da edificação eflorescências, criptoflorescências, bolhas de umidade e tantos outros processos patológicos. O processo patológico é complexo e silencioso, e neste sentido, utilizando o exemplo anterior para reforçar a importância da aplicação da termografia em edificações históricas, o uso do equipamento poderia captar a existência da microfissura, bem como da umidade local e antever as medidas terapêuticas a serem tomadas, evitando assim todo o desencadear do processo.

Este equipamento se mostra muito bem adaptado para avaliar diferentes problemas em edifícios do patrimônio cultural, e neste sentido são discutidos os antecedentes físicos, equipamentos, influências ambientais além das já mencionadas propriedades do material. De acordo com os autores, a termografia pode ser entendida como um recurso de abordagem holística (MAIERHOFER; RÖLLING; KRANKENHAGEN, 2010). Barreira (2004, p. 80) conclui e enfatiza que “a utilização da termografia é sobretudo eficaz para obter informação inicial sobre as anomalias, sendo a sua principal função inspecionar o elemento construtivo numa fase preliminar do estudo”.

2 Método

Após a determinação, de forma sucinta e não tão técnica do que é, da importância de se utilizá-lo em uma área tão carente de estudos e de quais são seus benefícios, faz-se necessário entender o método de aplicação da termografia infravermelha, ou seja, quais são os condicionantes que implicam na captação de dados corretos e confiáveis, bem como entender os fatores passíveis de interferir nas leituras térmicas feitas pelo equipamento.

Para a utilização da termografia quantitativa⁵, de acordo com Silva (2012), é necessário registrar e introduzir uma série de parâmetros, como a temperatura ambiente, umidade relativa do ar, distância à superfície, emissividade e refletividade, para que a análise da imagem possa quantificar as variações de temperatura superficial. Atualmente existem diversas normas

5 Por termografia quantitativa entende-se a aplicação prática da técnica, levando em consideração a análise e interpretação das imagens térmicas e de dados ambientais.

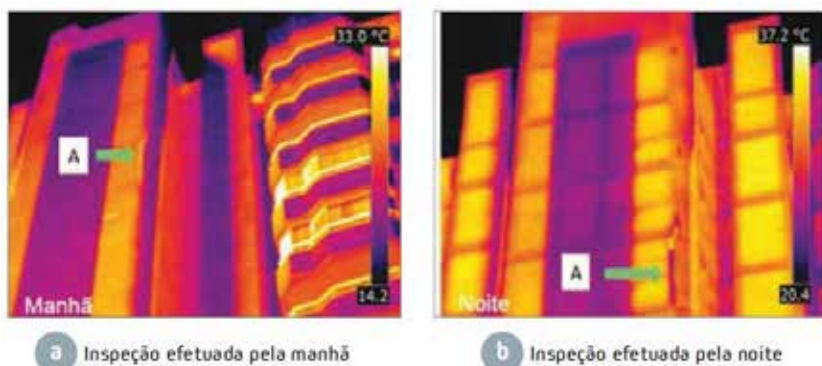
brasileiras (NBR 15424 e 16292), americanas (ASTM C1060-11a; C1153-97; E1933-99a; E2339), europeias (EN 1767; 13187) e internacionais (ISSO 6781) que regulam os procedimentos termográficos, nas suas diversas possibilidades de aplicação.

As normas tem a função, através do estabelecimento de critérios, de garantir que a análise do termograma, os fatores de aplicabilidade e as variáveis sejam igualmente interpretadas por diferentes especialistas, e ainda sim estes, obtenham conclusões idênticas (GARCIA, 2014, p. 13). As normas possuem especificações de acordo com a tipologia construtiva da edificação, a norma europeia EM 13187 (*Thermal performance of buildings – Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes – Infrared method*), trata dos métodos de exame termográfico para detecção de irregularidades térmica em fachadas de edifícios, buscando sempre a mesma sequência de objetivos:

- a. Determinação da distribuição da temperatura aparente na superfície das fachadas;
- b. Localização de pontos ou áreas onde exista uma distribuição temperatura anormal;
- c. Avaliação detalhada do tipo, extensão e importância dos defeitos observados.
- d. De acordo com a norma, alguns trabalhos devem ser previamente feitos a fim de conhecer as características da fachada onde aplicar-se-á o método:
- e. Levantar informação sobre o edifício, detalhes da fachada, documentos de construção, orientação geográfica;
- f. Compilação de termogramas de referência de fachadas similares;
- g. Condições climáticas exteriores e interiores que podem ter influência na inspeção;
- h. Ângulo e geometria do alvo.
- i. A EM 13187 também identifica as principais condições prévias a serem levadas em consideração para a realização da inspeção:
- j. A diferença entre a temperatura exterior e interior deve ser suficientemente grande para a detecção de irregularidades térmicas;
- k. A temperatura e a pressão devem permanecer constantes;
- l. Não se efetuará com exposição solar direta;
- m. Não se efetuará quando o vento varie consideravelmente.
- n. O ensaio não deve ser realizado quando a temperatura exterior ou interior tenha significativa variação de temperatura;

A reflexão sobre o produto da termografia, sem dúvida, é uma das maiores dificuldades encontradas nesta área, sendo fundamental conhecer a fundo o que é a análise do fluxo térmico e como permite identificar patologias. Enquanto durante o dia as fachadas da edificação absorvem radiação solar, durante a noite elas dispensam esse calor, e por isso é possível analisar em termogramas, a perturbação de temperatura de um elemento patológico, como na imagem abaixo:

Figura 1 – Montagem de imagens térmicas de uma mesma fachada em dois momentos diferentes do dia

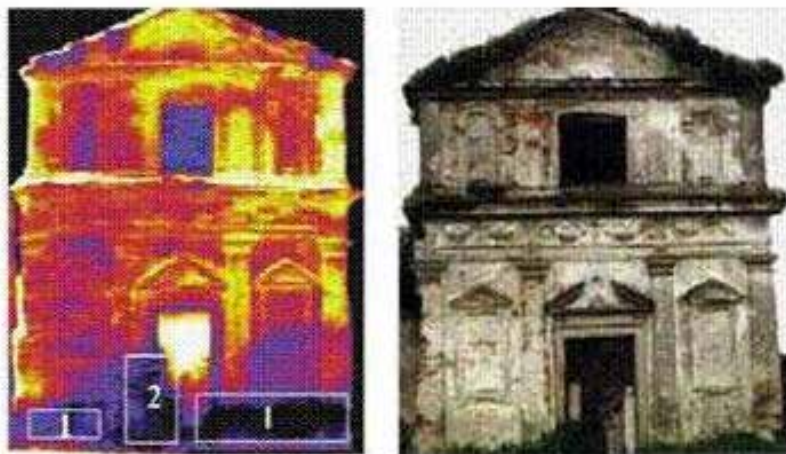


Fonte: Adaptado de Bauer e Pávon, 2015

3 Resultados e discussão

Apesar compilação, aqui apresentada, de diversos pontos positivos sobre a utilização da termografia infravermelha no estudo de patologias invisíveis ao olho humano, em edificações históricas, infelizmente ainda existem poucos autores que abordam esta técnica não-destrutiva em fachadas históricas. Abaixo seguem alguns exemplos e explicações extraídos de estudos sobre a aplicação prática deste equipamento.

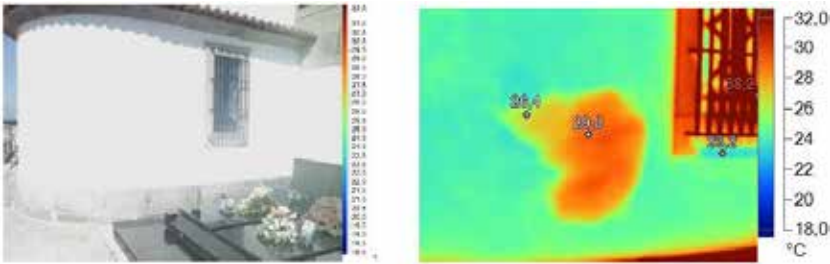
Figura 2 – Montagem de imagens térmicas e foto da fachada da igreja de San Omobono, em Cremona, Itália



Fonte: Adaptado de Maldague (2001) apud Cortizo (2007)

Na imagem acima, extraída da tese do Cortizo (2007, p. 55), traz o exemplo de um estudo de fachada de uma edificação com elevado grau de deterioração, dentre tantas patologias perceptíveis, a termografia permite afirmar a incidência de umidade capilar incidindo na superfície. Ainda de acordo com Maldague (2001 apud CORTIZO, 2007, p. 54), na aplicação da termografia na construção civil, a variação de temperatura de 1°C até 2°C (2 a 4°F) em uma superfície, geralmente é indicativo da existência de problemas. A partir de 4°C ($\cong 7^{\circ}\text{F}$) pode-se afirmar a existência de anormalidade no corpo. É importante entender o processo de ponte térmica para avaliações de termogramas, pois ela ocorre quando a diferença de temperatura entre o ambiente interno e externo é considerável, nestes casos, a água existente dentro da estrutura aquece mais rapidamente que a própria alvenaria, aparecendo como uma área quente na imagem térmica enquanto a parede seca pode aparecer como uma área fria, gerando possíveis divergências de interpretação dos dados coletados.

Figura 3 – Montagem de imagens térmica e foto da fachada externa de uma edificação residencial



Fonte: (PEREIRA; VALE; VENCESLAU, 2017)

Na figura 3, mesmo não sendo perceptível na fotografia da fachada, no termograma é possível ver nitidamente uma área com temperatura elevada, neste caso a diferença térmica é de 3°C, indicando o provável acúmulo de ar entre o revestimento e a alvenaria que se caracteriza pelo descolamento do revestimento (PEREIRA; VALE; VENCESLAU, 2017).

Figura 4 – Observatório astronômico da UFRGS, incidência de descolamento de revestimento e incidência de umidade e imagens térmicas na área não descolada e da área descolada



Fonte: Mario (2011)

Na figura 4 é observado que a área com revestimento descolado apresenta temperatura superior a área onde não há descolamento, o revestimento com umidade capilar também apresenta mudança de temperatura. A falta de imagens que exemplifiquem mais casos aplicados às fachadas de edificações históricas se mostrou um desafio de pesquisa, entretanto é indiscutível o nicho de mercado e de estudo a ser explorado, para que os resultados obtidos sejam mais amplos e que o patrimônio nacional possa se beneficiar da evolução tecnológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As imagens térmicas contribuem, e podem contribuir ainda mais, no processo de conservação, restauração e manutenção de edificações históricas brasileiras, auxiliando na indicação da origem ou consequência de patologias que incidem nas fachadas e facilitando o desenvolvimento de mapas de danos, etapa de extrema importância para a elaboração de projetos de recuperação, proporcionando assim o aumento da vida útil destes bens arquitetônicos e permitindo que as futuras gerações também compartilhem destas obras que contam a história das cidades, de culturas e épocas.

REFERÊNCIAS

BARREIRA, E.; DE FREITAS, V. P. Evaluation of building materials using infrared thermography. *Construction and Building Materials*, v. 21, n. 1, p. 218–224, jan. 2007.

BARREIRA, Eva S. B. M. *Aplicação da termografia ao estudo do comportamento higratérmico dos edifícios*. 2004, 183 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2004.

BATISTA, C. M. (Org.). *Memória e Identidade: aspectos relevantes para o desenvolvimento do turismo cultural*. *Redalyc: Sistema de Información Científica; Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Rio de Janeiro*, v. 5, n. 3, p. 27-33, fev. 2005. Disponível em: <caderno@ivt-rj.net>. Acesso em: 30 mar. 2017.

BAUER, Elton; PÁVON, Elier. Termografia de infravermelho na identificação e avaliação de manifestações patológicas em edifícios. *Concreto & Construções: Requisitos de projeto, normalização e execução para estruturas com longa vida ÚTIL*, São Paulo, v. 3, p.93-98, jul.- set. 2015.

CHOAY, Françoise. *A Alegoria do Patrimônio*. 3 ed. Lisboa: Edições 70, 2000.

CORTIZO, Eduardo C. *Avaliação da técnica de termografia infravermelha*.

lha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: Ênfase em edificações do patrimônio histórico. 178 f. 2007. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/SBPS-7BDMGJ>>. Acesso em: 15 maio 2019.

DORREGO, J.; LUXAN, M. P.; DORREGO, F. Damage detection and localization of reinforcement elements in historic buildings with infrared thermography. In: *Advances in concrete structure. Xuzhou Jiangsu.* China: ACI – RILEM – NNSF, 2003.

EN 13187 (1999): *Thermal performance of buildings – Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes – Infrared method.*

GARCIA, João R. R. *Potencialidades da termografia para o diagnóstico de patologias em edifícios.* 2014. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2014.

GIOENI, Laura. *Marco Dezzi Bardeschi: Teoria e Pratica della conservazione dell'architettura.* Nápoles: II Università di Napoli, 2006.

HOLST, Gerald C. *Common Sense approach to thermal imaging.* Winter Park (FL): JCD Publishing, 2000.

MAIERHOFER, Cristiane; RÖLLING, Mathias; KRANKENHAGEN, Rainer. Integration of active thermography into the assessment of cultural heritage buildings. *Journal of Modern Optics*, Reino Unido, v. 57, p. 1790-1820, 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/ref/10.1080/09500341003703497?scroll=top>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

MARIO, Mauro. *Uso da termografia como ferramenta não-destrutiva para avaliação de manifestações patológicas ocultas.* 2011. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Porto Alegre, Porto Alegre, 2011.

MORESCO, J. et al. Termografia infravermelha na detecção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento argamassado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 11., 2015, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo: ALCONPAT, 2015.

PEREIRA, Luís Bravo; VALE, Clara Pimenta do; VENCESLAU, Ruben. Imagens multiespectrais e termográficas aplicadas ao estudo de Património Arquitectónico. *Congresso da Reabilitação do Património*, Universidade de Aveiro, p.205-214, 2017.

SILVA, D. D. S. *Diagnóstico de patologias em fachadas utilizando termografia.*

2012, 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2012.

SPODEK, Jonathan; ROSINA, Elisabetta. Application of Infrared Thermography to Historic Building Investigation. *Journal Of Architectural Conservation*, Reino Unido, v.15, n.1, p. 65-81. 2009. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13556207.2009.10785040>>. Acesso em: 10 maio 2019.

VERATTI, Attilio Bruno. *Termografia: princípios, aplicações e qualidade*. São Paulo: ICON Tecnologia, 1992.

WILD, Walter. Application of infrared thermography in civil engineering. *Proceedings Of The Estonian Academy Of Sciences Engineering*, Alemanha, v. 13, n. 4, p.436-444, 17 jul. 2007.

Recebido em 27/07/2019

Aprovado em 02/08/2019